



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 13 204 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H04J 3/16**

②1 Aktenzeichen: P 40 13 204.8  
②2 Anmeldetag: 25. 4. 90  
④3 Offenlegungstag: 31. 10. 91

DE 40 13 204 A 1

⑦1 Anmelder:

Deutsche Thomson-Brandt GmbH, 7730  
Villingen-Schwenningen, DE

⑦2 Erfinder:

Schröder, Ernst F., Dr., 3000 Hannover, DE; Platte,  
Hans-Joachim, Dr., 3005 Hemmingen, DE

⑤4 Verfahren zur Übertragung eines Datenstromes von digitalen Daten

⑤7 Unter Frequenz- und Programm-ökonomischen Gesichtspunkten ist es nachteilig, die Datenrate eines Programmkanals auf einen nur kurzzeitig erforderlichen Spitzen-Datenbedarf, wie z. B. 192 kbit/sec auszuliegen, denn dies reduziert die Anzahl der übertragbaren Programme in einem vorgegebenen Frequenzband entsprechend. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Anzahl der digitalen Ton- oder/und Bildprogramme in einem HF-Frequenzband ohne Qualitäts-einbuße zu vergrößern.

Gemäß der Erfindung wird jedem Programmkanal ein Teildatenstrom des Datenstroms fest zugeordnet und jeder Teildatenstrom weist eine festgelegte Datenrate auf und wenigstens ein zusätzlicher freier Teildatenstrom wird ausgebildet, der keinem Programmkanal fest zugeordnet wird und zur Übertragung der Daten dient, die die den jeweiligen Programmkanälen zugeordnete Datenrate übersteigt.  
Digitaler Rundfunk.

DE 40 13 204 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur Verringerung der Datenrate von digitalen Tonsignalen sind Datenreduktionsverfahren wie z. B. MSC (Mehrfach adaptive spektrale Audio-Codierung), ASPEC (Adaptive Spectroperceptual Entropy Coding), MASCAM (Masking Pattern Adapted Universal Sub-Band Integrated Coding and Multiplexing), MUSICAM u. s. w. bekannt, die in der Regel die psycho-akustischen Eigenschaften der menschlichen Audio-Wahrnehmung berücksichtigen. Bei diesen heute bekannten und mit vertretbarem Aufwand für die Anwendung in einem digitalen Rundfunksystem realisierbaren Verfahren hat es sich gezeigt, daß für eine digitale Tonübertragung mit hoher Tonqualität im Mittel z. B. 80 kbit/s pro Monokanal ausreichend sind, d. h. bei z. B. 98% aller Musikstücke oder in 98% aller Zeit können bei dieser Datenrate keine von der Datenreduktion stammende Defekte hörbar werden.

Diese Datenrate reicht jedoch bei bestimmten kritischen Musikstücken, die im genannten Beispiel als restliche 2% auftreten, nicht aus. In diesen Extremfällen und bei besonders hohen Ansprüchen an die Qualität muß für den gerade kritischen Programmkanal zeitweise eine Datenrate von 128 kbit/s oder sogar 192 kbit/s zur Verfügung stehen wie dies aus dem Beitrag von Stoll et al "Masking-pattern adapted subband coding: Use of the dynamic bit-rate margin, 84th Convention of the Audio Engineering Society, Paris 1988, Preprint No. 2585" (1) bekannt ist.

Unter frequenz- und programm-ökonomischen Gesichtspunkten ist es nachteilig, die Datenrate je Programmkanal auf einen jeweils nur kurzzeitig erforderlichen Spitzen-Datenratenbedarf wie z. B. 192 kbit/s auszuliegen, denn dies reduziert die Anzahl der übertragbaren Programme in einem vorgegebenen Frequenzband bzw. einer vorgegebenen Gesamtdatenrate entsprechend. Abhilfe kann in gewisser Weise die Verwendung von Datenpuffern bringen, mit denen Spitzenanforderungen an die Datenrate innerhalb kurzer Zeit-Intervalle durch geringere Anforderungen in Zeit-Intervallen vorher oder nachher sozusagen "geglättet" oder "ausgepuffert" werden können.

Nachteilig ist dabei jedoch die prinzipiell durch jeden Puffer bewirkte Zeitverzögerung des Tonsignals, die bei bekannten Vorschlägen von ca. 40 msec bis 1 sec reicht. Aus verschiedenen Gründen ist es für wichtige Anwendungen jedoch notwendig, daß die gesamte Verzögerung geringer als 25 msec bemessen ist.

Die terrestrische HF-Ausstrahlung mehrerer digitaler Programme auf einem HF-Träger kann z. B. mit Hilfe des COFDM (Coded-Orthogonal-Frequency-Devision-Multiplex)-Verfahrens erfolgen, wie dies aus dem Beitrag von Le Floch et al "Digital Sound Broadcasting to Mobile Receivers" IEEE Transaction on Consumer Electronics (2) bekannt ist.

Für die Ausstrahlung von 16 Stereo-Programmen mit hoher Qualität (jeweils codiert mit zweimal 168 kbit/s), war damit bei einem Versuchssystem eine HF-Bandbreite von 7 MHz erforderlich (2). Für durchschnittliches Musikprogramm auf allen Programmkanälen bedeutet das aber, daß ein erheblicher Teil der verfügbaren Datenrate vom Tonsignal selbst ungenutzt bleibt. Dieser Teil der Datenrate wird eigentlich nur für solche (statistisch gesehen seltene) Programm-Zeitabschnitte vorgehalten, die für das verwendete Datenreduktions-

verfahren hinsichtlich der Qualität kritisch sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Anzahl der in einem HF-Frequenzband übertragbaren digitalen Ton- oder/und Bildprogramme ohne Qualitätseinbuße zu vergrößern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des ersten Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein bekanntes mehrkanaliges Tonübertragungssystem,

Fig. 2 einen Empfänger zu diesem System,

Fig. 3 ein neues mehrkanaliges Tonübertragungssystem,

Fig. 4 einen Empfänger zu dem neuen Tonübertragungssystem,

Fig. 5 einen Einfachempfänger zu dem neuen Tonübertragungssystem,

Fig. 6 die Gewinnung eines gemeinsamen ergänzenden Signales zu dem neuen Tonübertragungssystem.

Fig. 1 zeigt ein bekanntes Prinzip eines mehrkanaligen digitalen Tonübertragungssystems, welches hier der Einfachheit halber nur für 4 einzelne Tonprogramme dargestellt ist. Die datenreduzierenden Encoder C1, C2, C3 und C4 liefern für jedes einzelne Signal eine zeitlich feste Datenrate von je 120 kb/s, die sich aus einer von dem jeweiligen Grad der Datenreduktion abhängigen und daher bei üblichen Tonprogrammen schwankenden Nutzdatenrate und einer die Nutzdatenrate zu 120 kb/s ergänzenden Fülldatenrate zusammensetzt. Die einzelnen Signale werden in einem Multiplexer M1 zu einem gemeinsamen Digitalsignal mit ebenfalls fester Datenrate von  $4 \times 120 \text{ kb/s} = 480 \text{ kb/s}$  zusammengefaßt. In dem bekannten System der Fig. 1 muß aufgrund der festen Datenraten die Dimensionierung des Übertragungskanals am Ausgang des Multiplexers M1 auf den Spitzendatenratenbedarf aller Audiokanäle im worst case erfolgen.

Fig. 2 zeigt einen zum Übertragungssystem der Fig. 1 gehörenden Empfänger, bestehend aus einem Demultiplexer für den jeweiligen Datenstrom von 120 kb/s und einen Dekoder hierfür.

Fig. 3 zeigt ein erfindungsgemäß konzipiertes neues Übertragungssystem für dieselbe Kanaldatenrate von 480 kb/s, das nun jedoch ein Tonsignal mehr übertragen kann als das bekannte System nach Fig. 1. Die Coder C10, C11, C12, C13 und C14 liefern im Gegensatz zu den Codern aus Fig. 1 zwei getrennte Ausgangssignale. Jedes erste Teilsignal an jedem Coderausgang hat eine zeitlich unveränderliche Datenrate von 80 kb/s. Auch diese setzt sich aus einer von dem jeweiligen Grad der Datenreduktion abhängigen und daher bei üblichen Tonprogrammen schwankenden Nutzdatenrate und einer die Nutzdatenrate zu 80 kb/s ergänzenden Fülldatenrate zusammen. Bei einer 80 kb/s überschreitenden Nutzdatenrate wird das erste Teilsignal dann auf eine Nutzdatenrate von ebenfalls 80 kb/s begrenzt. Jedes erste Teilsignal am Coderausgang enthält Daten, die bereits für sich als Tonsignal dekodiert werden können. Da diese feste und begrenzte Datenrate im worst case, d. h. bei besonders kritischen Tonsignalabschnitten, nicht alle für exzellente Qualität erforderliche Daten aufnehmen kann, kann das allein aus dem ersten Teilsignal mit fester Datenrate (80 kb/s) dekodierte Tonsignal gewisse Degradationen aufweisen.

Jeder Coder C10, C11, C12, C13 und C14 liefert neben

dem ersten Teilsignal mit fester Datenrate ein zweites Teilsignal mit veränderlicher Datenrate, das die verbleibenden Nutzdaten, also die durch die Begrenzung im ersten Teilsignal zeitweise abgeschnittenen Nutzdaten enthält. Typischerweise wird ein solches zweites Teilsignal nur bei kritischen Eingangssignalen oder in kritischen Abschnitten des Eingangssignales zum jeweiligen Coder nennenswerte Datenraten führen, sonst jedoch mit großer Häufigkeit nur minimale oder sogar verschwindende Datenraten führen. Alle zweiten Teilsignale werden einer Steuereinheit zugeführt, welche diese Signale mit Steuerinformation versieht und — soweit die Summe der Datenraten aller zweiten Teilsignale dieses erlaubt — alle Teilsignale für einen weiteren gemeinsamen Kanal mit fester Datenrate (hier ebenfalls 80 kb/s) codiert.

Falls die Datenratensumme aller Teilsignale kurzzeitig oder dauernd die zur Verfügung stehende Übertragungsrate überschreitet, werden in Abhängigkeit von der Priorität oder der Wichtigkeit einzelner zweiter Teilsignale für die empfangsseitig dekodierbaren Tonsignale einzelne weniger wichtige zweite Signalteile verzögert, weiter reduziert oder sogar gar nicht in das gemeinsame ergänzende Signal aufgenommen. Die Grundüberlegung zu dem in Fig. 3 dargestellten Übertragungssystem geht davon aus, daß die Eingangstonsignale statistisch unabhängig voneinander sein werden und daher in der Regel nicht alle gleichzeitig die maximal mögliche Datenrate in dem zweiten Teilsignal erfordern werden. Es sollten damit normalerweise alle zweiten Teilsignale so übertragen werden können, daß die Tonsignale ohne Degradationen dekodiert werden können.

Fig. 4 zeigt einen hochwertigen Empfänger für das Übertragungssystem nach Fig. 3. Mit zwei Demultiplexern werden aus dem Eingangsdatensignal für den jeweiligen Tonkanal das erste Teilsignal und aus dem gemeinsamen ergänzenden Signal das zugehörige zweite Teilsignal. Beide Teilsignale werden dem Dekoder zugeführt, der hieraus das Ausgangstonsignal dekodiert.

In einem Einfach-Empfänger, z. B. Auto-Radio, gemäß Fig. 5 wird nur das erste Teilsignal mit fester Datenrate dekodiert. Die aufwendigere Demultiplex- und Dekodierfunktion für das zweite Teilsignal wird eingespart. Hiermit ergibt sich in kritischen Signalabschnitten eine reduzierte Tonqualität, die jedoch für verschiedene Anwendungen, z. B. für Geräte niedriger Preisklassen, durchaus akzeptabel sein kann.

Fig. 6 zeigt in den linken Bildteilen die für eine bestimmte Tonqualitätsvorgabe erforderliche individuelle Datenrate an 5 Coderausgängen als Funktion der Zeit. Die zeitabhängig variierende für eine gute Tonqualität erforderliche Datenrate erreicht nur selten den worst case Wert von 120 kb/s und bleibt sogar überwiegend unter 80 kb/s. Die rechts dargestellten ersten Teilsignale enthalten daher mit je 80 kb/s meist bereits die volle anfallende Datenrate und übertragen damit die volle Tonqualität. Die in kurzen Zeitabschnitten 80 kb/s überschreitenden individuellen Teildatenströme bilden die 5 zweiten Teilsignale, welche gemeinsam in einem zusätzlichen Kanal von 80 kb/s übertragen werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung mehrerer digital codierter Ton-, Bild- oder Datensignale in einem Gesamtdatenstrom, wobei einzelne oder alle Signale zeitlich variierende Datenraten aufweisen können,

dadurch gekennzeichnet, daß jedes einzelne digital codierte Ton-, Bild- oder Datensignal in ein erstes Teilsignal mit begrenzter Nutzdatenrate und ein zweites Teilsignal mit den verbleibenden Nutzdaten aufgeteilt wird und mehrere oder sogar alle zweiten Teilsignale zu einem gemeinsamen ergänzenden Signal zusammengefaßt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei codierte Ton-, Bild- oder Datensignale, z. B. für ein Stereoton-Signal, gemeinsam in ein erstes Teilsignal mit begrenzter Nutzdatenrate und ein zweites Teilsignal mit den verbleibenden Nutzdaten aufgeteilt werden.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Zusammenfassung der zweiten Teilsignale zu dem gemeinsamen ergänzenden Signal solche Informationen hinzugefügt werden, daß ein Empfänger das gemeinsame ergänzende Signal wieder in die einzelnen zweiten Teilsignale zerlegen und diese den zugehörigen ersten Teilsignalen zuordnen kann.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, daß den zweiten Teilsignalen Informationen über die Wichtigkeit und/oder Priorität zugeordnet werden und daß diese Informationen bei der Zusammenfassung der zweiten Teilsignale berücksichtigt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Berücksichtigung der Wichtigkeit und/oder Priorität aller zweiten Teilsignale abschnittsweise in einem gemeinsamen zeitlichen Raster erfolgt.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Berücksichtigung der Wichtigkeit und/oder Priorität der zweiten Teilsignale in durch die betroffenen Signale selbst bestimmten Zeitabschnitten erfolgt.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 4 – 6, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne zweite Teilsignale geringerer Wichtigkeit und/oder Priorität verzögert, mit verminderter Qualität, mit verminderter Quantität oder gar nicht in das ergänzende Signal übernommen werden, falls die Gesamtdatenrate aller zweiten Teilsignale die für das ergänzende Signal zur Verfügung stehende Datenrate übersteigen würde.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 4 – 6, dadurch gekennzeichnet, daß andere Daten dem gemeinsamen ergänzenden Signal zugefügt werden, wenn die Summe der Datenraten aller zweiten Teilsignale oder derjenigen zweiten Teilsignale mit hoher Wichtigkeit und/oder hoher Priorität kleiner als die zur Verfügung stehende Datenrate ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die anderen dem gemeinsamen ergänzenden Signal zugefügten Daten für programmbegleitende Dienste wie Verkehrsfunk, laufende Nachrichten, RDS-Signale usw. genutzt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß andere dem gemeinsamen ergänzenden Signal zugefügten Daten Codeworte oder Bits sind, die keine Nutzinformation tragen.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche 1 – 10, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Teilsignale mit begrenzter Nutzdatenrate gemeinsam im Gesamtdatenstrom übertragen werden und daß ein fester Anteil des Ge-

samtdatenstroms zur Übertragung des ergänzen-  
den Signals vorgesehen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß für alle ersten Teilsignale gleiche An-  
teile am Gesamtdatenstrom vorgesehen werden 5  
und daß für das ergänzende Signal ebenfalls der  
gleiche Anteil oder ganzzahlige Vielfache davon  
vorgesehen werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

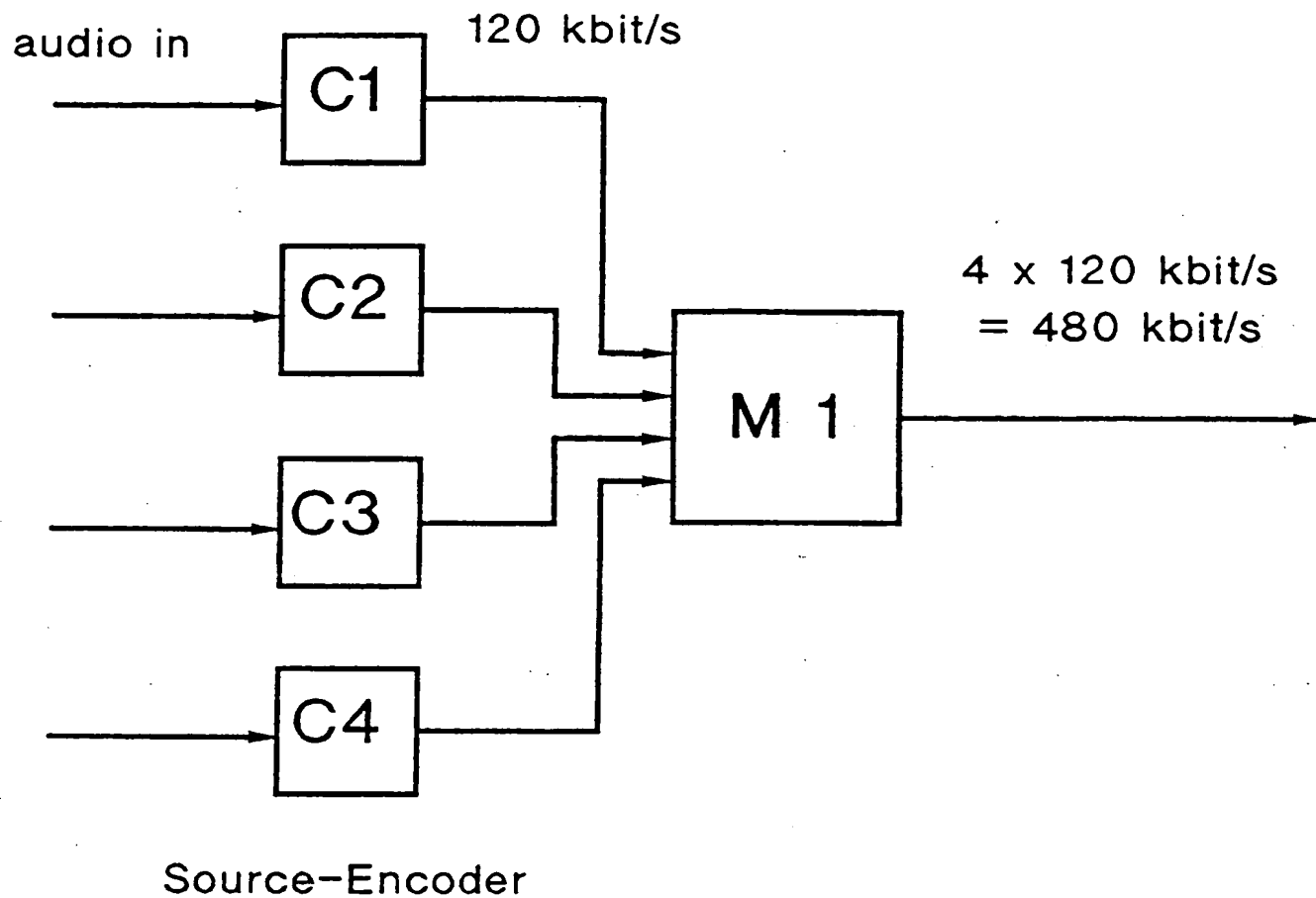


Fig.1

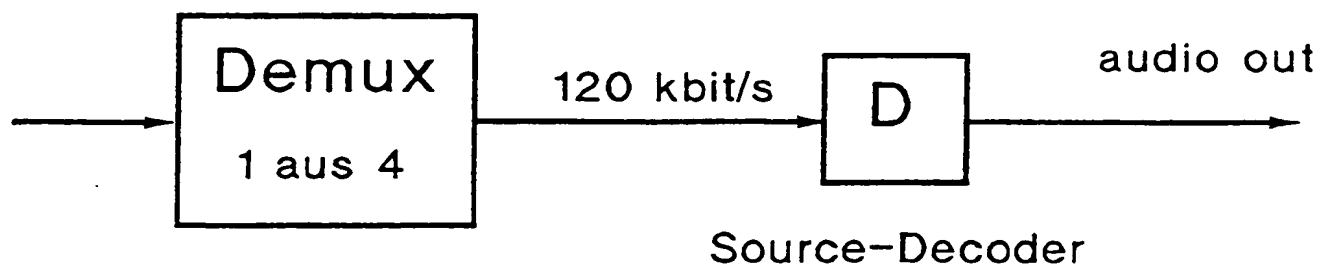


Fig.2

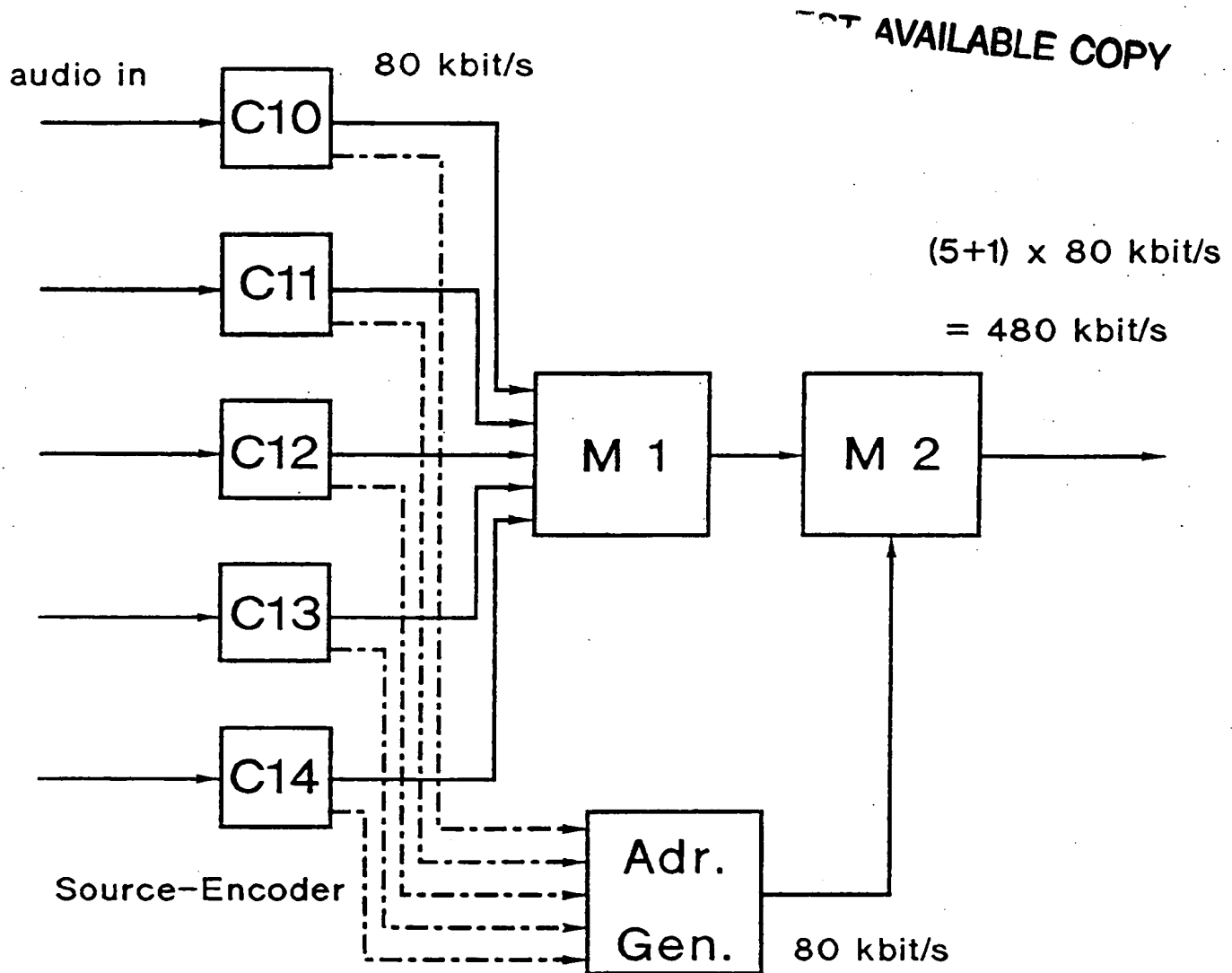


Fig.3

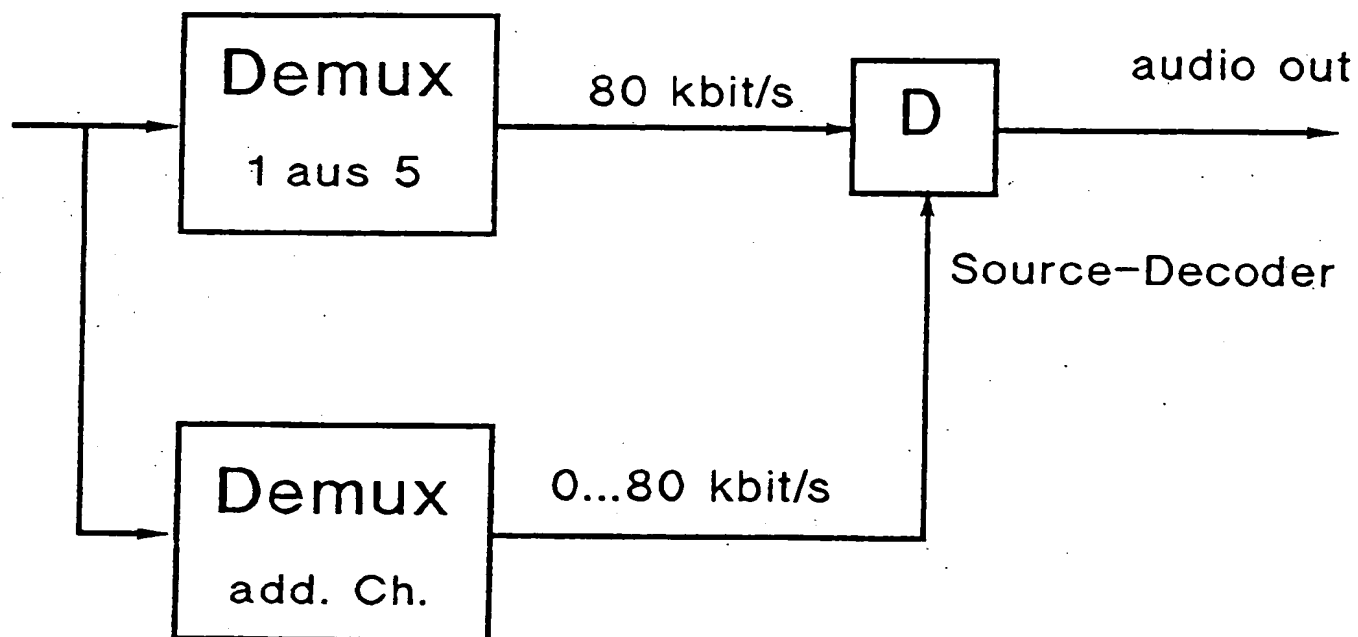


Fig.4

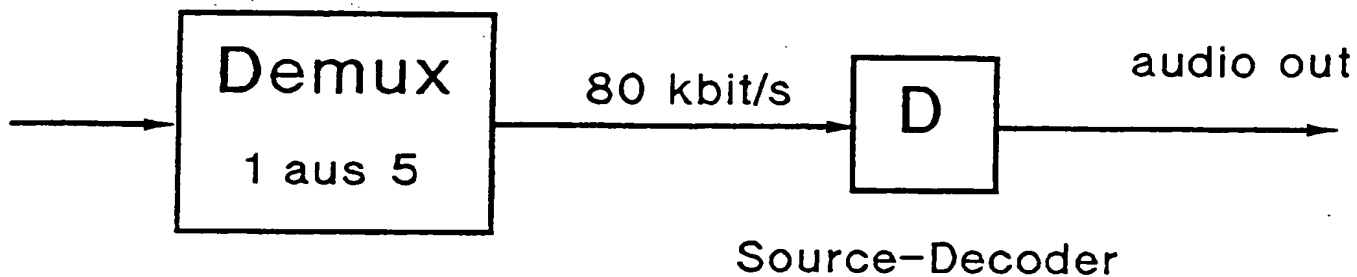


Fig. 5

BEST AVAILABLE COPY

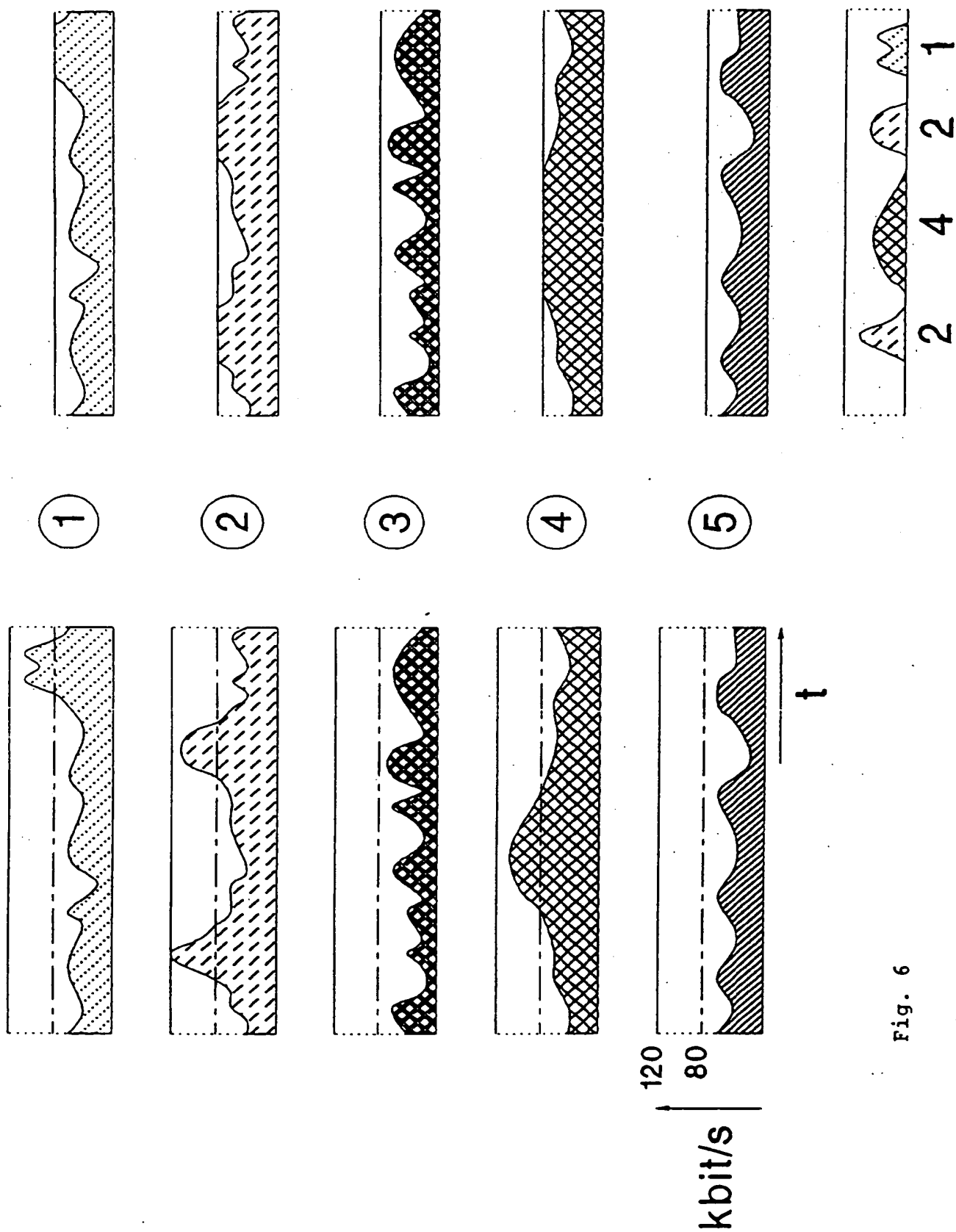


Fig. 6